

PCT

**NOTIFICATION OF THE RECORDING
 OF A CHANGE**

(PCT Rule 92bis.1 and
 Administrative Instructions, Section 422)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

MEISSNER, Peter, E.
 Hohenzollerndamm 89
 D-14199 Berlin
 ALLEMAGNE

Date of mailing (day/month/year) 06 December 1999 (06.12.99)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference 71 472/M/Aw	
International application No. PCT/DE98/01656	International filing date (day/month/year) 11 June 1998 (11.06.98)

1. The following indications appeared on record concerning:		
<input checked="" type="checkbox"/> the applicant	<input type="checkbox"/> the inventor	<input type="checkbox"/> the agent <input type="checkbox"/> the common representative
Name and Address HARTMANN & BRAUN GMBH & CO. KG Industriestrasse 28 D-65760 Eschborn Germany	State of Nationality DE	State of Residence DE
	Telephone No. 069/7990	
	Facsimile No. 069/2406	
	Teleprinter No.	
2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:		
<input checked="" type="checkbox"/> the person	<input type="checkbox"/> the name	<input type="checkbox"/> the address <input type="checkbox"/> the nationality <input type="checkbox"/> the residence
Name and Address ABB PATENT GMBH Kallstadter Strasse 1 D-68309 Mannheim Germany	State of Nationality DE	State of Residence DE
	Telephone No.	
	Facsimile No.	
	Teleprinter No.	
3. Further observations, if necessary:		
4. A copy of this notification has been sent to:		
<input checked="" type="checkbox"/> the receiving Office	<input type="checkbox"/> the designated Offices concerned	
<input type="checkbox"/> the International Searching Authority	<input checked="" type="checkbox"/> the elected Offices concerned	
<input checked="" type="checkbox"/> the International Preliminary Examining Authority	<input type="checkbox"/> other:	

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer S. Baharlou
Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Telephone No.: (41-22) 338.83.38

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : H04L 12/40, 12/26	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/59464 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 30. Dezember 1998 (30.12.98)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/01656 (22) Internationales Anmeldedatum: 11. Juni 1998 (11.06.98) (30) Prioritätsdaten: 197 26 158.2 20. Juni 1997 (20.06.97) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): HART- MANN & BRAUN GMBH & CO. KG [DE/DE]; Indus- triestrasse 28, D-65760 Eschborn (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): JANTZEN, Wolfgang [DE/DE]; Himmenweide 42, D-32425 Minden (DE). (74) Anwälte: MEISSNER, Peter, E. usw.; Hohenzollerndamm 89, D-14199 Berlin (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: CA, CN, JP, SG, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	

(54) Title: REDUNDANT SERIAL BUS AND METHOD FOR THE OPERATION THEREOF

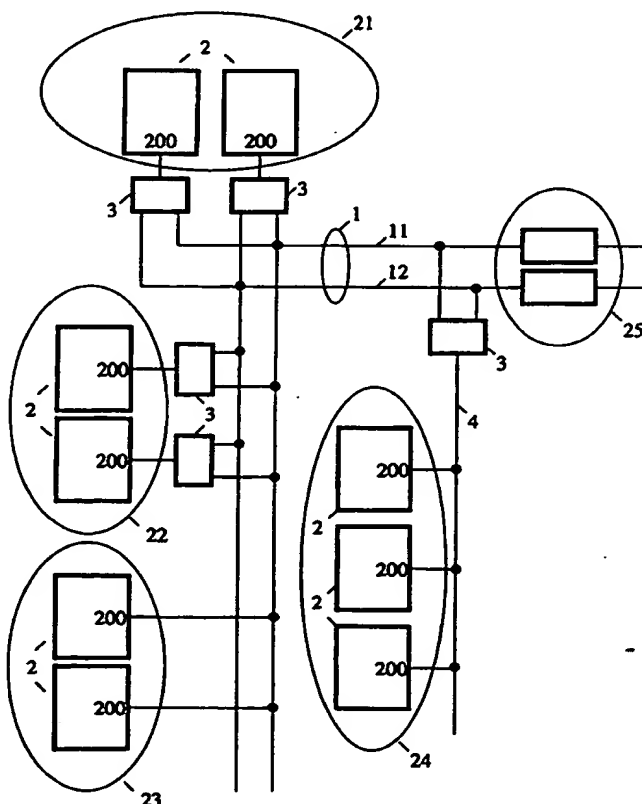
(54) Bezeichnung: REDUNDANTER SERIENBUS UND VERFAHREN ZU DESSEN BETRIEB

(57) Abstract

The invention relates to a redundant serial bus and to a method for the operation thereof. In order to connect serial bus systems known per se by redundantly configured bus lines without using systems-integrated redundancy means (3), the invention provides that an upstream redundancy means (3) is switched between the bus communication interface (200) of a bus-user (2) and the redundant bus lines (11, 12). This enables continuous transmission to occur on all bus lines (11, 12) and an interference-free bus line (11, 12) to be selected for reception.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen redundanten Serienbus und ein Verfahren zu dessen Betrieb. Um für sich bekannte serielle Bussysteme ohne systemintegrierte Redundanzmittel durch redundant ausgeführte Buslinien (11, 12) miteinander zu verbinden, wird ein vorschaltbares Redundanzmittel (3) vorgeschlagen, das zwischen die Buskommunikations-Schnittstelle (200) eines Busteilnehmers (2) und die redundanten Buslinien (11, 12) geschaltet wird. Dabei wird im laufenden Betrieb stets auf allen Buslinien (11, 12) gesendet und empfangsseitig eine störungsfreie Buslinie (11, 12) ausgewählt.



Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 71 472/M/Aw	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/DE98/01656	International filing date (day/month/year) 11 June 1998 (11.06.1998)	Priority date (day/month/year) 20 June 1997 (20.06.1997)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H04L 12/40		
Applicant HARTMANN & BRAUN GMBH & CO. KG		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.	
2. This REPORT consists of a total of <u>6</u> sheets, including this cover sheet.	
<input checked="" type="checkbox"/>	This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).
These annexes consist of a total of <u>3</u> sheets.	
3. This report contains indications relating to the following items:	
I <input checked="" type="checkbox"/>	Basis of the report
II <input type="checkbox"/>	Priority
III <input type="checkbox"/>	Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
IV <input type="checkbox"/>	Lack of unity of invention
V <input checked="" type="checkbox"/>	Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
VI <input type="checkbox"/>	Certain documents cited
VII <input checked="" type="checkbox"/>	Certain defects in the international application
VIII <input checked="" type="checkbox"/>	Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 21 December 1998 (21.12.1998)	Date of completion of this report 24 August 1999 (24.08.1999)
Name and mailing address of the IPEA/EP European Patent Office D-80298 Munich, Germany Facsimile No. 49-89-2399-4465	Authorized officer Telephone No. 49-89-2399-0

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE98/01656

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of (*Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.*):

- ☐ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages 1, 2, 5-10, as originally filed,
pages _____, filed with the demand,
pages 3, 4, filed with the letter of 06 August 1999 (06.08.1999),
pages _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the claims, Nos. 2-9, as originally filed,
Nos. _____, as amended under Article 19,
Nos. _____, filed with the demand,
Nos. 1, filed with the letter of 06 August 1999 (06.08.1999),
Nos. _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the drawings, sheets/fig 1/4-4/4, as originally filed,
sheets/fig _____, filed with the demand,
sheets/fig _____, filed with the letter of _____,
sheets/fig _____, filed with the letter of _____.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/DE 98/01656

V. Reasoned statement under Rule 66.2(a)(ii) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-9	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims		YES
	Claims	1-9	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-9	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

Citations

D1: US-A-5 422 877 (BRAJCZEWSKI DAVID C et al.), June 6, 1995
 D2: US-A-4 630 265 (SEXTON DANIEL W), December 16, 1986
 D3: EP-A-0 282 628 (DIGITAL EQUIPMENT CORP), September 21, 1988

1. Document D2 discloses a redundant serial bus system that has most of the features of Claim 1 of the present application, comprising $n > 1$ parallel buses to create a redundant network of bus nodes (see column 1, lines 10-15),
 - in which there is a serially connectable redundancy means (MAU) with n bus communication interfaces for connecting to n parallel buses (bus A, bus B) and a bus communication interface for connecting to the bus communication interface (Figure 1) of at least one bus node;
 - in which the serially connectable redundancy means has, on the receiver side, at least one input stage for each bus (implicit feature; see column 3, lines 1-5) and a common evaluator stage (Figure 2) for all the buses (see column 3, lines 5-8);

- in which the evaluator stage has means for checking the validity of a data stream and selecting one of the buses as a receiver line (see Figure 3);
- in which the serially connectable redundancy means has, on the transmitter side, one driver for each bus (implicit feature; see column 3, lines 1-5).

2. The only differences between the subject of Claim 1 and the disclosure of D2 are that, according to Claim 1, each bus node has a single bus communication interface which is designed to connect a single bus in the serial bus system, and the serially connectable redundancy means has a common output stage for all the buses.

However, D2 explicitly mentions (see column 3, lines 5-12) a preferred embodiment in which the circuit shown in Figure 2 is accommodated in the serially connectable redundancy means MAU. This circuit generates the control signals which govern the selection of one of the two buses. Although D2 gives no further information regarding the location of the actual switching means used to select one of the buses, there are only two possibilities:

- (i) the switching means is also in the serially connectable redundancy means MAU;
- (ii) the switching means is in the node unit 10.

The second possibility is less likely, since the two control lines "select Bus A" and "select Bus B" and also the two bus connections "Bus A" and "Bus B" would have to be routed to the node unit.

To a person skilled in the art, alternative (i) would be the obvious choice because it is easier to configure.

Since alternative (i) apparently requires only one bus connection to the node and therefore only one interface at the node, it leads in an obvious way to the subject of Claim 1.

Hence the subject of Claim 1 does not involve an inventive step (PCT Article 33(1) and (3)).

3. The additional features of dependent Claims 3-9 add nothing of an inventive nature to the subject of Claim 1 because they follow in an obvious way from the known prior art.

Claim 2: see D1, Figure 1C, (40).

Claims 3 and 4: see D1, Figure 1C; the fact that the output stage is shown with a parallel-to-serial converter implies that the input stage must have a serial-to-parallel converter.

Claim 5: see D1, Claim 1.

Claims 6 and 7: see D3, column 4, lines 40-41

Claim 8: see D1, Figure 1A, "transmit enable"; also D3, Figure 1, "driver inhibit circuit".

Claims 9 and 11: see D1, Figures 1A and 1B, control lines between the "transmit machine" and the "application layer interface"; also D3, column 4, lines 40-45.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/DE 98/01656

VII. Certain defects in the international application

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

Contrary to the requirement of PCT Rule 5.1(a)(ii), the description does not indicate the relevant prior art disclosed in documents D1 and D2, nor does it cite the said documents.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/DE 98/01656

VIII. Certain observations on the international application

The following observations on the clarity of the claims, description, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

The generic parts of dependent Claims 2-9 have not been made consistent with the amended version of Claim 1. This gives rise to problems of lack of clarity in the interpretation of the scope of protection (PCT Article 6).

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

REC'D 26 AUG 1999

WIPO PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

6T

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 71 472/M/Aw	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsbericht (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE98/01656	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 11/06/1998	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 20/06/1997
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK H04L12/40		
Anmelder HARTMANN & BRAUN GMBH & CO KG et al.		



1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationale vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 6 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.

☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 3 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderische Tätigkeit und der gewerbliche Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☒ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☒ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 21/12/1998	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 24. 08. 99
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. (+49-89) 2399-0 Tx: 523656 epmu d Fax: (+49-89) 2399-4465	Bevollmächtigter Bediensteter Snell, T Tel. Nr. (+49-89) 2399 

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE98/01656

I. Grundlage des Berichts

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

Beschreibung, Seiten:

1,2,5-10 ursprüngliche Fassung

3,4 eingegangen am 09/08/1999 mit Schreiben vom 06/08/1999

Patentansprüche, Nr.:

2-9 ursprüngliche Fassung

1 eingegangen am 09/08/1999 mit Schreiben vom 06/08/1999

Zeichnungen, Blätter:

1/4-4/4 ursprüngliche Fassung

2. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung, Seiten:
☐ Ansprüche, Nr.:
☐ Zeichnungen, Blatt:

3. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)):

4. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE98/01656

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-9
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	
	Nein: Ansprüche	1-9
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-9
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen

siehe Beiblatt

VII. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

Es wurde festgestellt, daß die internationale Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:

siehe Beiblatt

VIII. Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Zur Klarheit der Patentansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen oder zu der Frage, ob die Ansprüche in vollem Umfang durch die Beschreibung gestützt werden, ist folgendes zu bemerken:

siehe Beiblatt

Entgegenhaltungen

- D1: US-A-5 422 877 (BRAJCZEWSKI DAVID C ET AL) 6. Juni 1995
D2: US-A-4 630 265 (SEXTON DANIEL W) 16. Dezember 1986
D3: EP-A-0 282 628 (DIGITAL EQUIPMENT CORP) 21. September 1988

Zu Punkt V

Begründete Feststellung nach Regel 66.2(a)(ii) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Gemäß der Mehrzahl der Merkmale des Anspruchs 1 offenbart D2 ein redundantes Serienbussystem mit $n > 1$ parallelen Buslinien zur redundanten Vernetzung von Busteilnehmern (siehe Spalte 1, Zeilen 10-15),

wobei ein vorschaltbares Redundanzmittel (MAU) mit n Buskommunikations-Schnittstellen zum Anschluß an n parallele Buslinien (Bus A, Bus B) und einer Buskommunikations-Schnittstelle zur Verbindung mit der Buskommunikations-Schnittstelle (Fig. 1) mindestens eines Busteilnehmers vorgesehen ist,

wobei das vorschaltbare Redundanzmittel empfangsseitig mindestens für jede Buslinie eine Eingangsstufe (implizites Merkmal, siehe Spalte 3, Zeilen 1-5) und für alle Buslinien eine gemeinsame Auswertestufe (Fig. 2) aufweist (siehe Spalte 3, Zeilen 5-8),

wobei die Auswertestufe Mittel zur Bewertung der Gültigkeit eines Datenstroms und zur Auswahl einer der Buslinien als Empfangsline aufweist (siehe Fig. 3) und

wobei das vorschaltbare Redundanzmittel sendeseitig für jede Buslinie einen Treiber aufweist (implizites Merkmal, siehe Spalte 3, Zeilen 1-5).

2. Der Gegenstand des Anspruchs 1 unterscheidet sich von der Offenbarung von D2 lediglich dadurch, daß laut Anspruch 1 die Busteilnehmer jeweils eine einzige Buskommunikationsschnittstelle, die zum Anschluß einer einzigen Buslinie des

Serienbussystems geeignet ist, aufweisen, und daß das vorschaltbare Mittel eine für alle Buslinien gemeinsame Ausgangsstufe aufweist.

Es wird jedoch in D2 ausdrücklich auf eine bevorzugte Ausführungsform hingewiesen, wobei (siehe Spalte 3, Zeilen 5-12) die in der Figur 2 dargestellte Schaltung in dem vorschaltbaren Mittel MAU untergebracht ist; diese Schaltung erzeugt die Steuersignale zum Auswählen eines der zwei Busse. D2 gibt jedoch keine weitere Auskunft darüber, wo sich das eigentliche Schaltmittel zum Auswählen eines der Busse befindet; es bestehen jedoch nur zwei Möglichkeiten:

- (i) Das Schaltmittel befindet sich ebenfalls im vorschaltbaren Mittel MAU.
- (ii) Das Schaltmittel befindet sich in der Teilnehmereinheit 10.

Die zweite Möglichkeit ist eher unwahrscheinlich, da sowohl die zwei Steuerleitungen "Select Bus A" und "Select Bus B" als auch beide Busverbindungen Bus A und Bus B der Teilnehmereinheit zugeführt werden müßten.

Es wäre somit für den Fachmann naheliegend, die Alternative (i) zu wählen, da sie schaltungstechnisch einfacher zu realisieren ist. Da bei dieser Alternative offensichtlich nur eine Busverbindung zum Teilnehmer, und somit nur eine Schnittstelle beim Teilnehmer, benötigt wird, gelangt der Fachmann in naheliegender Weise zum Gegenstand des Anspruchs 1.

Der Gegenstand des Anspruchs 1 beruht somit nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit (Artikel 33(1) und (3) PCT).

3. Die zusätzlichen Merkmale der abhängigen Ansprüche 3-9 fügen dem Anspruch 1 nichts Erfinderisches hinzu, da sie sich in naheliegender Weise aus dem bekannten Stand der Technik ergeben:

Anspruch 2: Siehe D1, Abb. 1(c), (40).

Ansprüche 3, 4: Siehe D1, Abb. 1C; da ein Parallel-Seriell-Wandler in der Ausgangsstufe gezeigt wird, ist es implizit, daß die

- Eingangsstufe auch einen Seriell-Parallel-Wandler aufweist.⁴²
- Anspruch 5: Siehe D1, Anspruch 1.
- Ansprüche 6, 7: Siehe D3, Spalte 4, Zeilen 40-41.
- Anspruch 8: Siehe D1, Abb. 1A, "Transmit enable", und D3, Abb. 1, "Driver Inhibit".
- Ansprüche 9, 11: Siehe D1, Abb. 1A und 1B, Steuerleitungen zwischen dem "Transmit Machine" und dem "Application Layer Interface", sowie D3, Spalte 4, Zeilen 40-45.

Zu Punkt VII

Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung

1. Im Widerspruch zu den Erfordernissen der Regel 5.1(a)(ii) PCT werden in der Beschreibung weder der in den Dokumenten D1 und D2 offenbarte einschlägige Stand der Technik noch diese Dokumente angegeben.

Zu Punkt VIII

Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

1. Der Gattungsbegriff der abhängigen Ansprüche 2-9 wurde nicht an den neuen Anspruch 1 angepaßt; dies führt zu Unklarheit bei der Auslegung des Schutzbereichs (Artikel 6 PCT).

darüber hinaus die Anzahl verfügbarer Teilnehmeradressen für anschließbare Stationen reduziert.

5 Aus der DE 195 13 316 ist ein segmentierbares Ethernet-Bussystem mit $n > 1$ Buslinien zur redundanten Vernetzung von Single-Port-Stationen mit einem Steuerausgang und einem Kommunikationsport bekannt, bei dem bidirektionale Multiplexer mit einem gemultiplexten Port und n Linien-Ports und einem Steuereingang vorgesehen sind. An die n Buslinien eines Ethernet-Segmentes sind mindestens eine Beobachtungseinrichtung mit n Linien-Ports angeschlossen. Jeder Single-Port-Station ist ein Multiplexer zugeordnet, wobei der
10 Kommunikationsport der Single-Port-Station mit dem gemultiplexten Port des Multiplexers und der Steuerausgang der Single-Port-Station mit dem Steuereingang des Multiplexers verbunden sind. Die n Linien-Ports jedes Multiplexers sind an die n Buslinien eines Ethernet-Segmentes angeschlossen.

15 Nachteiligerweise ist jede Single-Port-Station mit einem Steuerausgang zur Steuerung des Multiplexers auszustatten. Insbesondere bei der Nachrüstung redundanter Buslinien in bestehenden Systemen ist ein derartiger Steuerausgang nicht verfügbar.

20 Darüber hinaus ist aus der DE 195 13 315 ein segmentierbares Ethernet-Bussystem zur redundanten Vernetzung von Single-Port-Stationen bekannt, bei dem zwei Linien zumindest teilsegmentweise parallel angeordnet sind und zum Anschluß der Single-Port-Stationen an die beiden Linien als aktive Netzteilnehmer adressierbare bidirektionale Multiplexer vorgesehen sind, die durch mindestens eine als aktiver Netzteilnehmer adressierbare Überwachungseinheit steuerbar sind.

25 Nachteilig ist hierbei die Vielzahl erforderlicher Netzadressen, die die Anzahl der möglichen Single-Port-Stationen in demselben Netz limitiert.

30 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Mittel anzugeben, die es gestatten, Busteilnehmer eines für sich bekannten seriellen Bussystems ohne systemintegrierte Redundanzmittel durch redundant ausgeführte Buslinien miteinander zu verbinden. Dabei soll das vorhandene Bussystem möglichst unbeeinflusst bleiben und kompatibel einsetzbar sein. Der Mischbetrieb mit nichtredundanten Teilnehmern soll möglich sein und die Redundanzmittel sollen auch

komplexere Fehler wie Busfehlabschlüsse und ähnliches einwandfrei erkennen und verarbeiten.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit den Mitteln des Patentanspruchs 1 gelöst.

- 5 Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den rückbezogenen Ansprüchen 2 bis 9 beschrieben.

Die Erfindung besteht nun darin, für jede der Empfangslinien, zusätzlich einen Teil des Protokolls in der Vorschaltseinrichtung abzuwickeln, um die notwendigen

- 10 Entscheidungskriterien zu erhalten. Nach der Auswertung wird dann eine als störungsfrei erkannte Linie ausgewählt. Die ausgewählte Linie wird dann derart in das ursprüngliche Signal zurückgewandelt, daß sie in den normalen Kommunikationscontroller oder das Gerät eingelesen werden kann.

- 15 Die Erfindung geht dabei von der Erfahrung aus, daß Störungen des Übertragungsweges üblicherweise in der Preamble oder bei UART-Protokollen während der Übertragung des ersten Bytes erkannt werden können.

- 20 Erfindungsgemäß ist eine Vorschaltseinrichtung vorgesehen, an die einerseits redundant ausgeführte Buslinien und andererseits Teilnehmer oder Geräte ohne systemintegrierte Redundanzmittel angeschlossen sind, wobei jeweils eine der Buslinien mit dem angeschlossenen Teilnehmer oder Gerät unter vollständigem Verzicht auf systemintegrierte Redundanzmittel verbunden ist.

- 25 Gesendet wird bei solch redundanten Bussystemen immer auf allen Linien, während beim Empfang eine beliebige störungsfreie Linie ausgewählt wird. Das bedeutet, daß verschiedene, an denselben Buslinien angeschlossene Empfänger verschiedene Buslinien als störungsfrei erkennen können.

- 30 In vorteilhafter Weise sind die verfügbaren Buscontroller weiterhin verwendbar. Darüber hinaus sind bestehende Geräte mit Buscontrollern ohne systemintegrierte Redundanzmittel auf einfache Weise bei unveränderter Systemarchitektur redundant

GEÄNDERTES BLATT

Patentansprüche

1. Redundantes Serienbussystem mit $n > 1$ parallelen Buslinien zur redundanten Vernetzung von Busteilnehmern mit jeweils einer einzigen Buskommunikations-Schnittstelle, die zum Anschluß einer einzigen Buslinie des Serienbussystems geeignet ist,
dadurch gekennzeichnet,
 - daß ein vorschaltbares Redundanzmittel (3) mit n Buskommunikations-Schnittstellen zum Anschluß an n parallele Buslinien (11, 12) und einer Buskommunikations-Schnittstelle zur Verbindung mit der einzigen Buskommunikations-Schnittstelle (200) mindestens eines Busteilnehmers (2) vorgesehen ist,
 - daß das vorschaltbare Redundanzmittel (3) empfangsseitig mindestens für jede Buslinie (11, 12) eine Eingangsstufe (311) und für alle Buslinien (11, 12) eine gemeinsame Auswertestufe (312) und Ausgangsstufe (313) aufweist,
 - daß die Auswertestufe (312) Mittel zur Bewertung der Gültigkeit eines Datenstroms und zur Auswahl einer der Buslinien (11, 12) als Empfangsline aufweist, so daß das Ausgangssignal der Ausgangsstufe (313) mit einem der Signale auf den Buslinien (11, 12) übereinstimmt, und
 - daß das vorschaltbare Redundanzmittel (3) sendeseitig für jede Buslinie (11, 12) einen Treiber (321) aufweist.

REQUEST

The undersigned requests that the present international application be processed according to the Patent Cooperation Treaty.

Receiving Office use only

International Application No.

International Filing Date

Name of receiving Office and "PCT International Application"

Applicant's or agent's file reference
(if desired) (12 characters maximum) 71 472/M/Aw

Box No. I TITLE OF INVENTION

Redundant serial bus and method for the operation thereof

Box No. II APPLICANT

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (i.e. country) of residence if no State of residence is indicated below.)

Hartmann & Braun GmbH & Co KG
Industriestr. 28

65760 ESCHBORN / DE

☐ This person is also inventor.

Telephone No.

0 20 56 / 12 - 0

Facsimile No.

0 20 56 / 12 50 82

Teleprinter No.

State (i.e. country) of nationality:

Germany

State (i.e. country) of residence:

Germany

This person is applicant
for the purposes of:

☐ all designated
States

☒ all designated States except
the United States of America

☐ the United States
of America only

☐ the States indicated in
the Supplemental Box

Box No. III FURTHER APPLICANT(S) AND/OR (FURTHER) INVENTOR(S)

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country. The country of the address indicated in this Box is the applicant's State (i.e. country) of residence if no State of residence is indicated below.)

JANTZEN, Wolfgang
Himmenweide 42

32425 MINDEN / DE

This person is:

☐ applicant only

☒ applicant and inventor

☐ inventor only (If this check-box
is marked, do not fill in below.)

State (i.e. country) of nationality:

Germany

State (i.e. country) of residence:

Germany

This person is applicant
for the purposes of:

☐ all designated
States

☐ all designated States except
the United States of America

☒ the United States
of America only

☐ the States indicated in
the Supplemental Box

☐ Further applicants and/or (further) inventors are indicated on a continuation sheet.

Box No. IV AGENT OR COMMON REPRESENTATIVE; OR ADDRESS FOR CORRESPONDENCE

The person identified below is hereby/has been appointed to act on behalf of the applicant(s) before the competent International Authorities as:

☒ agent

☐ common representative

Name and address: (Family name followed by given name; for a legal entity, full official designation. The address must include postal code and name of country.)

Meissner, Peter E., Presting, H.-J.,
Henze, L.
Hohenzollerndamm 89

14199 BERLIN / DE

Telephone No.

0 30 / 8 95 29 10

Facsimile No.

0 30 / 8 26 51 08

Teleprinter No.

☐ Mark this check-box where no agent or common representative has been appointed and the space above is used instead to indicate a special address to which correspondence should be sent.

Box No. V DESIGNATION STATES

The following designations are hereby made under Rule 4.9(a) (mark the applicable check-boxes: at least one must be marked):

Regional Patent

- ☐ AP ARIPO Patent: GH Ghana, GM Gambia, KE Kenya, LS Lesotho, MW Malawi, SD Sudan, SZ Swaziland, UG Uganda, ZW Zimbabwe, and any other State which is a Contracting State of the Harare Protocol and of the PCT
- ☐ EA Eurasian Patent: AM Armenia, AZ Azerbaijan, BY Belarus, KG Kyrgyzstan, KZ Kazakhstan, MD Republic of Moldova, RU Russian Federation, TJ Tajikistan, TM Turkmenistan, and any other State which is a Contracting State of the Eurasian Patent Convention and of the PCT
- ☒ EP European Patent: AT Austria, BE Belgium, CH and LI Switzerland and Liechtenstein, DE Germany, DK Denmark, ES Spain, FI Finland, FR France, GB United Kingdom, GR Greece, IE Ireland, IT Italy, LU Luxembourg, MC Monaco, NL Netherlands, PT Portugal, SE Sweden, and any other State which is a Contracting State of the European Patent Convention and of the PCT
- ☐ OA OAPI Patent: BF Burkina Faso, BJ Benin, CF Central African Republic, CG Congo, CI Côte d'Ivoire, CM Cameroon, GA Gabon, GN Guinea, ML Mali, MR Mauritania, NE Niger, SN Senegal, TD Chad, TG Togo, and any other State which is a member State of OAPI and a Contracting State of the PCT (if other kind of protection or treatment desired, specify on dotted line)

National Patent (if other kind of protection or treatment desired, specify on dotted line):

- | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> AL Albania | <input type="checkbox"/> LT Lithuania |
| <input type="checkbox"/> AM Armenia | <input type="checkbox"/> LU Luxembourg |
| <input type="checkbox"/> AT Austria | <input type="checkbox"/> LV Latvia |
| <input type="checkbox"/> AU Australia | <input type="checkbox"/> MD Republic of Moldova |
| <input type="checkbox"/> AZ Azerbaijan | <input type="checkbox"/> MG Madagascar |
| <input type="checkbox"/> BA Bosnia and Herzegovina | <input type="checkbox"/> MK The former Yugoslav Republic of Macedonia |
| <input type="checkbox"/> BB Barbados | |
| <input type="checkbox"/> BG Bulgaria | <input type="checkbox"/> MN Mongolia |
| <input type="checkbox"/> BR Brazil | <input type="checkbox"/> MW Malawi |
| <input type="checkbox"/> BY Belarus | <input type="checkbox"/> MX Mexico |
| <input checked="" type="checkbox"/> CA Canada | <input type="checkbox"/> NO Norway |
| <input type="checkbox"/> CH and LI Switzerland and Liechtenstein | <input type="checkbox"/> NZ New Zealand |
| <input checked="" type="checkbox"/> CN China | <input type="checkbox"/> PL Poland |
| <input type="checkbox"/> CU Cuba | <input type="checkbox"/> PT Portugal |
| <input type="checkbox"/> CZ Czech Republic | <input type="checkbox"/> RO Romania |
| <input type="checkbox"/> DE Germany | <input type="checkbox"/> RU Russian Federation |
| <input type="checkbox"/> DK Denmark | <input type="checkbox"/> SD Sudan |
| <input type="checkbox"/> EE Estonia | <input type="checkbox"/> SE Sweden |
| <input type="checkbox"/> ES Spain | <input checked="" type="checkbox"/> SG Singapore |
| <input type="checkbox"/> FI Finland | <input type="checkbox"/> SI Slovenia |
| <input type="checkbox"/> GB United Kingdom | <input type="checkbox"/> SK Slovakia |
| <input type="checkbox"/> GE Georgia | <input type="checkbox"/> SL Sierra Leone |
| <input type="checkbox"/> GH Ghana | <input type="checkbox"/> TJ Tajikistan |
| <input type="checkbox"/> GM Gambia | <input type="checkbox"/> TM Turkmenistan |
| <input type="checkbox"/> GW Guinea-Bissau | <input type="checkbox"/> TR Turkey |
| <input type="checkbox"/> HU Hungary | <input type="checkbox"/> TT Trinidad and Tobago |
| <input type="checkbox"/> ID Indonesia | <input type="checkbox"/> UA Ukraine |
| <input type="checkbox"/> IL Israel | <input type="checkbox"/> UG Uganda |
| <input type="checkbox"/> IS Iceland | <input checked="" type="checkbox"/> US United States of America |
| <input checked="" type="checkbox"/> JP Japan | |
| <input type="checkbox"/> KE Kenya | <input type="checkbox"/> UZ Uzbekistan |
| <input type="checkbox"/> KG Kyrgyzstan | <input type="checkbox"/> VN Viet Nam |
| <input type="checkbox"/> KP Democratic People's Republic of Korea | <input type="checkbox"/> YU Yugoslavia |
| <input type="checkbox"/> KR Republic of Korea | <input type="checkbox"/> ZW Zimbabwe |
| <input type="checkbox"/> KZ Kazakhstan | |
| <input type="checkbox"/> LC Saint Lucia | |
| <input type="checkbox"/> LK Sri Lanka | |
| <input type="checkbox"/> LR Liberia | |
| <input type="checkbox"/> LS Lesotho | |

Check-boxes reserved for designating States (for the purposes of a national patent) which have become party to the PCT after issuance of this sheet:

In addition to the designations made above, the applicant also makes under Rule 4.9(b) all designations which would be permitted under the PCT except the designation(s) of _____
The applicant declares that those additional designations are subject to confirmation and that any designation which is not confirmed before the expiration of 15 months from the priority date is to be regarded as withdrawn by the applicant at the expiration of that time limit. (Confirmation of a designation consists of the filing of a notice specifying that designation and the payment of the designation and confirmation fees. Confirmation must reach the receiving Office within the 15-month time limit.)

Box No. VI PRIORITY CLAIM

Further priority claims indicated in the Supplemental Box ☐

The priority of the following earlier application(s) is hereby claimed:

Country (in which, or for which, the application was filed)	Filing Date (day/month/year)	Application No.	Office of filing (only for regional or international application)
item (1) DE	20 June 1997 (20.06.97)	197 26 158.2	
item (2)			
item (3)			

Mark the following check-box if the certified copy of the earlier application is to be issued by the Office which for the purposes of the present international application is the receiving Office (a fee may be required):

☐ The receiving Office is hereby requested to prepare and transmit to the International Bureau a certified copy of the earlier application(s) identified above as item(s):

Box No. VII INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

Choice of International Searching Authority (ISA) (If two or more International Searching Authorities are competent to carry out the international search, indicate the Authority chosen; the two-letter code may be used):

ISA L

Earlier search Fill in where a search (international, international-type or other) by the International Searching Authority has already been carried out or requested and the Authority is now requested to base the international search, to the extent possible, on the results of that earlier search. Identify such search or request either by reference to the relevant application (or the translation thereof) or by reference to the search request:

Country (or regional Office):

Date (day/month/year):

Number:

Box No. VIII CHECK LIST

This international application contains the following number of sheets:

- 1. request : 3 sheets
- 2. description : 10 sheets
- 3. claims : 3 sheets
- 4. abstract : 1 sheets
- 5. drawings : 4 sheets

Total : 21 sheets

This international application is accompanied by the item(s) marked below:

- 1. ☐ separate signed power of attorney
- 2. ☐ copy of general power of attorney
- 3. ☐ statement explaining lack of signature
- 4. ☐ priority document(s) identified in Box No. VI as item(s): (1)
- 5. ☒ fee calculation sheet
- 6. ☐ separate indications concerning deposited microorganisms
- 7. ☐ nucleotide and/or amino acid sequence listing (diskette)
- 8. ☒ other (specify): cheque

Figure No. 1 of the drawings (if any) should accompany the abstract when it is published.

Box No. IX SIGNATURE OF APPLICANT OR AGENT

Next to each signature, indicate the name of the person signing and the capacity in which the person signs (if such capacity is not obvious from reading the request).

Berlin, 11.06.1998

P. E. Meissner

For receiving Office use only

1. Date of actual receipt of the purported international application:	2. Drawings: <input type="checkbox"/> received: <input type="checkbox"/> not received:
3. Corrected date of actual receipt due to later but timely received papers or drawings completing the purported international application:	
4. Date of timely receipt of the required corrections under PCT Article 11(2):	
5. International Searching Authority specified by the applicant: ISA /	
6. <input type="checkbox"/> Transmittal of search copy delayed until search fee is paid	

Date of receipt of the record copy by the International Bureau:

For International Bureau use only

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 195 13 318 C 1

51 Int. Cl.⁸:
H 04 L 1/22
H 04 L 12/24

21 Aktenzeichen: 195 13 318.8-31
22 Anmeldetag: 3. 4. 95
43 Offenlegungstag: —
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 23. 5. 98

DE 195 13 318 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Mannesmann AG, 40213 Düsseldorf, DE

74 Vertreter:

P. Meissner und Kollegen, 14199 Berlin

72 Erfinder:

Jantzen, Wolfgang, 32425 Minden, DE; Fittje,
Rüdiger, 30177 Hannover, DE; Schulz, Thoralf, 32427
Minden, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 42 38 957 A1
DE 39 33 320 A1
DE 37 13 825 A1
US 46 30 265

54 Verfahren zum Betrieb eines asynchronen und redundanten Serienbusses

57 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines asynchronen und redundanten Serienbusses, bestehend aus $n > 1$ parallelen unabhängigen Linien, wobei mindestens zwei aufeinander synchronisierbare Multiplexer vorgesehen sind, die zur bidirektionalen Übertragung von Dateninformationen zwischen einer Serienbusschnittstelle und einer der parallelen Linien geeignet sind.

Die Erfindung ist dadurch gekennzeichnet,

- daß eine Vorzugslinie des redundanten Serienbusses als Primärbus und die $n-1$ verbleibenden Linien als Ersatzbusse bestimmt werden,

- daß bei ungestörtem Datenverkehr Dateninformationen zwischen den über die Multiplexer angeschlossenen Stationen über den Primärbus als aktivem Bus ausgetauscht werden und Steuerinformationen zwischen den Multiplexern über mindestens einen vorgebbaren Bus ausgetauscht werden,

- daß bei Absinken der Übertragungsgüte auf dem aktiven Bus unter eine vorgebbare Schranke ein vorgebbarer Ersatzbus zum aktiven Bus bestimmt wird, eine Fehlermeldung an eine übergeordnete Instanz abgesetzt wird und der deaktivierte Bus analysiert wird und

- daß bei steigender Übertragungsgüte auf den Primärbus über eine vorgebbare Schranke der Primärbus zum aktiven Bus rückbestimmt wird.

DE 195 13 318 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines asynchronen redundanten Serienbusses nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Aus der Veröffentlichung "Automatisierungstechnik" R Oldenbourg Verlag Wien 1992, Band 1, Seite 406 ist bekannt, in einem redundanten Bussystem beim Eintreten eines Umschaltkriteriums den Datenverkehr von dem aktiven Bus auf einen passiven Bus umzuschalten, wobei der jeweils aktive Bus eine vorgebbare Selektion aus gleichartigen und gleichberechtigten Bussen des redundanten Bussystems darstellt. Als Umschaltkriterium sind Ausfälle des aktiven Busses und zyklische Abfragen der Differenz der Transferanforderungen auf dem aktiven und dem passiven Bus vorgesehen.

Weiterhin ist aus der DE 39 33 320 ein Gerät zum Erfassen und Verarbeiten von elektrischen Signalen bekannt, das aus zwei gleichartigen Einrichtungen besteht, die redundant über Datenleitungen an periphere Komponenten angeschlossen sind und die sich gegenseitig vom sendeseitigen Datenverkehr ausschließen. Ausgehend von einer zufälligen Initialisierungszuordnung ist als Umschaltkriterium das fehlerhafte Ergebnis einer Selbsttestroutine vorgesehen.

Beiden Systemen ist gemein, daß das Bussystem stets vollständig redundant auszuführen ist und daß zwingend alle Busteilnehmer über redundante Anschlüsse verfügen müssen, da die Umschaltkriterien zwischen den Bussen bzw. Datenleitungen eine zeitliche Determinierung der Reaktivierung des ursprünglich aktiven Busses nach Fehlerbeseitigung nicht zulassen.

Darüber hinaus geht die Fehlerbehandlung auf dem aktiven Bus stets von vorliegenden statischen Fehlern aus. Insbesondere bei asynchronen Bussen treten jedoch beispielsweise in Abhängigkeit von der Busbelastung transiente Fehler auf, die dazu führen, daß ein physisch intakter Bus logisch als fehlerbehaftet erscheint.

Weiterhin besteht das Anforderungsprofil zur redundanten Ausführung des Datenweges regelmäßig nur für ausgewählte Stationen eines Bussystems, für die ein hohes Verfügbarkeitspotential des Datenweges erforderlich ist.

In DE 37 13 825 A1 ist ein hochverfügbares Bussystem angegeben, bei dem mit mindestens zwei Busleitungen die jeweils identische Nachricht seriell übertragen wird. Wie aus Sp. 1, Z. 39—60, Sp. 2, Z. 2—8 und Z. 12—33 und dem dortigen Anspruch 1 hervorgeht, werden beide Übertragungswege ständig überwacht, d. h., es wird ständig überprüft, welcher der Übertragungswege fehlerfrei ist. Mittels einer Detektorlogik werden die Busleitungen daraufhin überprüft, ob ein bestimmtes Prüfzeichen übertragen worden ist. Es wird daraus ein geeignetes Umschaltkriterium erzeugt.

In US 4. 630.265 ist ein redundantes Bussystem angegeben, das aus mehreren Bussen bestehen kann, vergl. Sp. 1, Z. 14—25. Als Umschaltkriterium für die Auswahl des besten Busses wird gemäß Sp. 2, Z. 14—32 und Anspruch 1 ein Zeitfenster herangezogen, in dem die übertragenen Daten einen vorgegebenen Algorithmus erfüllen.

Schließlich ist aus DE 42 38 957 A1 Fig. 1 mit Beschreibung ein Übertragungssystem bekannt, bei dem Verarbeitungseinheiten 40 einerseits an serielle, parallel verlaufende Busse 50, 60 bzw. 70 und andererseits an einen Systembus 20 und an Lateralbusse 30 angeschlossen sind, wobei der Systembus 20 ein nonpersistentes Zugriffsverhalten aufweist, während die Lateralbusse

ein Übertragungsprotokoll mit prioritätspersistentem Zugriffsverhalten haben sollen, vergl. Sp. 3, Z. 8 bis Sp. 5, Z. 17 und Ansprüche 1 und 2.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein asynchrones und redundantes Bussystem so zu betreiben, daß sowohl für redundant angeschlossene als auch für nichtredundant angeschlossene Stationen eine höchstmögliche Verfügbarkeit des Datenweges realisiert wird.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit den Mitteln des Patentanspruches 1 gelöst. Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Patentansprüchen 2 bis 4 beschrieben.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die dazu erforderliche Zeichnung zeigt:

Fig. 1 eine Darstellung der selektiven Anschaltung von Stationen an ein redundantes Bussystem.

Das erfindungsgemäße Verfahren bezieht sich auf Strukturen, wie sie beispielhaft in der Fig. 1 dargestellt und anhand der Darstellung im folgenden erläutert werden. Vorgegeben sind Stationen 21 bis 26, die über ein Bussystem 1 vernetzt sind. Die Anforderungen an die Verfügbarkeit eines über das Bussystem 1 realisierten Übertragungsweges zwischen einzelnen Stationen 21 bis 26 sind für verschiedene Stationen 21 bis 26 unterschiedlich hoch. Entsprechend den Verfügbarkeitsanforderungen an den Übertragungsweg besteht das Bussystem 1 aus einer Mehrzahl $n > 1$ paralleler unabhängiger Linien 11 bis 1n, wobei jede Linie 11 bis 1n ein Serienbus ist.

Zum Anschluß der Stationen 23 bis 26 an eine Mehrzahl von Linien 11 bis 1n sind Multiplexer 33 bis 36 vorgesehen, die zur bidirektionalen Übertragung von Dateninformationen zwischen einer Serienbusschnittstelle 43 bis 46 und einer der parallelen Linien 11 bis 1n geeignet sind. Die Multiplexer 33 bis 36 sind aufeinander synchronisierbar, d. h. alle Multiplexer 32 bis 36 verbinden die jeweilige Serienbusschnittstelle 43 bis 46 mit derselben verfügbaren Linie 11 bis 1n des Bussystems 1.

Die Stationen 24 und 25 mit höchsten Anforderungen an die Verfügbarkeit des Übertragungsweges sind über die Multiplexer 34 und 35 an alle Linien 11 bis 1n des Bussystems 1 anschließbar. Mit abnehmenden Verfügbarkeitsanforderungen der Stationen an den Übertragungsweg ist die Zugriffsmöglichkeit auf die Linien 11 bis 1n des Bussystems 1 quantitativ reduziert. So sind die Stationen 23 und 26 nur mit den Linien 11 und 12 verbindbar. Auf diese Weise ist über die Verfügbarkeitsanforderung ein hierarchisch strukturiertes Bussystem darstellbar, bei dem sich die Anzahl der angeschlossenen Stationen 21 bis 26 im reziproken Verhältnis zur Verfügbarkeit des angeschlossenen Datenweges verhält.

Erfindungsgemäß wird zum Betrieb eines derartigen Bussystems 1 eine Linie 11 als Primärbus bestimmt. Der Primärbus ist die Vorzugslinie des Bussystems 1, an der alle Stationen 21 bis 26 direkt oder über Multiplexer 33 bis 36 angeschlossen sind. Alle anderen $n-1$ Linien 12 bis 1n werden als Ersatzbusse bestimmt.

Bei ungestörtem Datenverkehr werden Dateninformationen zwischen den Stationen 21 bis 26 über den Primärbus 11 als aktivem Bus ausgetauscht. Darüber hinaus werden Steuerinformationen zwischen den Multiplexern 33 bis 36 über mindestens einen vorgebbaren Bus ausgetauscht. In besonderer Ausgestaltung der Erfindung werden dabei sowohl alle Ersatzbusse 12 bis 1n als auch der Primärbus 11 zyklisch zur Übertragung von Steuerinformationen vorgegeben. Dabei wird ständig

control
info
exchanged
(between 33-36
buses)

transfer 8 γ 3
↓ ↓
die Übertragungsgüte auf dem vorgegebenen Bus überwacht.

Sinkt die Übertragungsgüte auf dem aktiven Bus unter eine vorgebbare Schranke, wird ein vorgegebener Ersatzbus zum aktiven Bus bestimmt, eine Fehlermeldung an eine übergeordnete Instanz abgesetzt und der deaktivierte Bus analysiert. In hierarchisch strukturierten Bussystemen, bei denen sich die parallelen Linien 11 bis 1n durch die Anzahl der angeschlossenen Stationen 21 bis 26 unterscheiden, wird vorzugsweise die nächst höhere Hierarchieebene als Ersatzbus vorgegeben.

Ist der aktive Bus der Primärbus 11, wird bei sinken der Übertragungsgüte auf dem aktiven Bus auf die Linie 12 als Ersatzbus umgeschaltet. Sinkt nunmehr auch auf der Linie 12 als aktivem Bus die Übertragungsgüte unter die vorgegebene Schranke, wird die nächste Linie bis hin zur Linie 1n zum aktiven Bus bestimmt.

Übersteigt die Übertragungsgüte auf den Primärbus 11 eine vorgebbare Schranke, wird der Primärbus 11 zum aktiven Bus rückbestimmt. Übersteigt die Übertragungsgüte eines deaktivierten Ersatzbusses auf niedrigerer Hierarchieebene gegenüber dem aktiven Bus die vorgebbare Schranke, wird der deaktivierte Ersatzbus reaktiviert und zum aktiven Bus rückbestimmt.

Zur Bestimmung der Übertragungsgüte wird zumindest auf dem aktiven Bus und dem Primärbus durch Übertragung von Steuerinformationen deren Vollständigkeit und Richtigkeit überwacht. Darüber hinaus wird eine Auswahl aus der Anzahl der übertragenen Informationseinheiten je Zeiteinheit, der Anzahl der Kollisionen pro Zeiteinheit und der Anzahl der Wiederholungen bei der Übertragung einer Informationseinheit überwacht.

Durch ständige Überwachung der Übertragungsgüte und deren quantitative Bewertung sind transiente von statischen Störungen des Datenverkehrs unterscheidbar. Der Fortfall einer transienten Störung kann somit als Umschaltkriterium zur Bestimmung des aktiven Busses herangezogen werden. Durch die Vorgabe einer Vorzugslinie als Primärbus, der immer dann zum aktiven Bus bestimmt wird, wenn die Übertragungsgüte oberhalb der vorgegebenen Schranke dies zuläßt, ist es möglich, nicht redundant anschließbare Stationen 21 und 22 und redundant angeschlossene Stationen 23 bis 26 an demselben redundanten Bussystem 1 zu betreiben und für jede angeschlossene Station 21 bis 26 entsprechend ihrer hierarchischen Anschlußcharakteristik einen höchstverfügbaren Übertragungsweg zur Verfügung zu stellen.

In besonders vorteilhafter Weise ist die Redundanz des Bussystems 1 skalierbar und an den Verfügbarkeitsbedarf der angeschlossenen Stationen 21 bis 26 anpaßbar. Weiterhin erlaubt das erfindungsgemäße Verfahren nachträgliche Redundanzergänzungen in bestehenden Bussystemen, ohne in den Ablauf der Buszuweisungen eingreifen zu müssen.

rienbusses als Primärbus und die $n-1$ verbleibenden Linien als Ersatzbusse bestimmt werden,

— daß bei ungestörtem Datenverkehr Dateninformationen zwischen den über die Multiplexer angeschlossenen Stationen über den Primärbus als aktivem Bus ausgetauscht werden und Steuerinformationen zwischen den Multiplexern über mindestens einen vorgebbaren Bus ausgetauscht werden,

— daß bei Absinken der Übertragungsgüte auf dem aktiven Bus unter eine vorgebbare Schranke ein vorgegebener Ersatzbus zum aktiven Bus bestimmt wird, eine Fehlermeldung an eine übergeordnete Instanz abgesetzt wird und der deaktivierte Bus analysiert wird und

— daß bei steigender Übertragungsgüte auf den Primärbus über eine vorgebbare Schranke der Primärbus zum aktiven Bus rückbestimmt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß zumindest der aktive Bus und der Primärbus ständig durch Übertragung von Steuerinformationen überwacht werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2 dadurch gekennzeichnet, daß zur Ermittlung der Übertragungsgüte zumindest auf dem aktiven Bus und dem Primärbus ständig die Vollständigkeit und die Richtigkeit der übertragenen Steuerinformationen überwacht werden und eine Auswahl aus der Anzahl der übertragenen Informationseinheiten pro Zeiteinheit, der Anzahl der Kollisionen pro Zeiteinheit und der Anzahl der Wiederholungen bei der Übertragung einer Informationseinheit überwacht wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3 dadurch gekennzeichnet, daß durch quantitative Bewertung der die Übertragungsgüte bestimmenden überwachten und registrierten Parameter transiente von statischen Störungen des Datenverkehrs unterschieden werden.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines asynchronen und redundanten Serienbusses, bestehend aus $n > 1$ parallelen unabhängigen Linien, wobei mindestens zwei aufeinander synchronisierbare Multiplexer vorgesehen sind, die zur bidirektionalen Übertragung von Dateninformationen zwischen einer Serienbusschnittstelle und einer der parallelen Linien geeignet sind, dadurch gekennzeichnet,

— daß eine Vorzugslinie des redundanten Se-

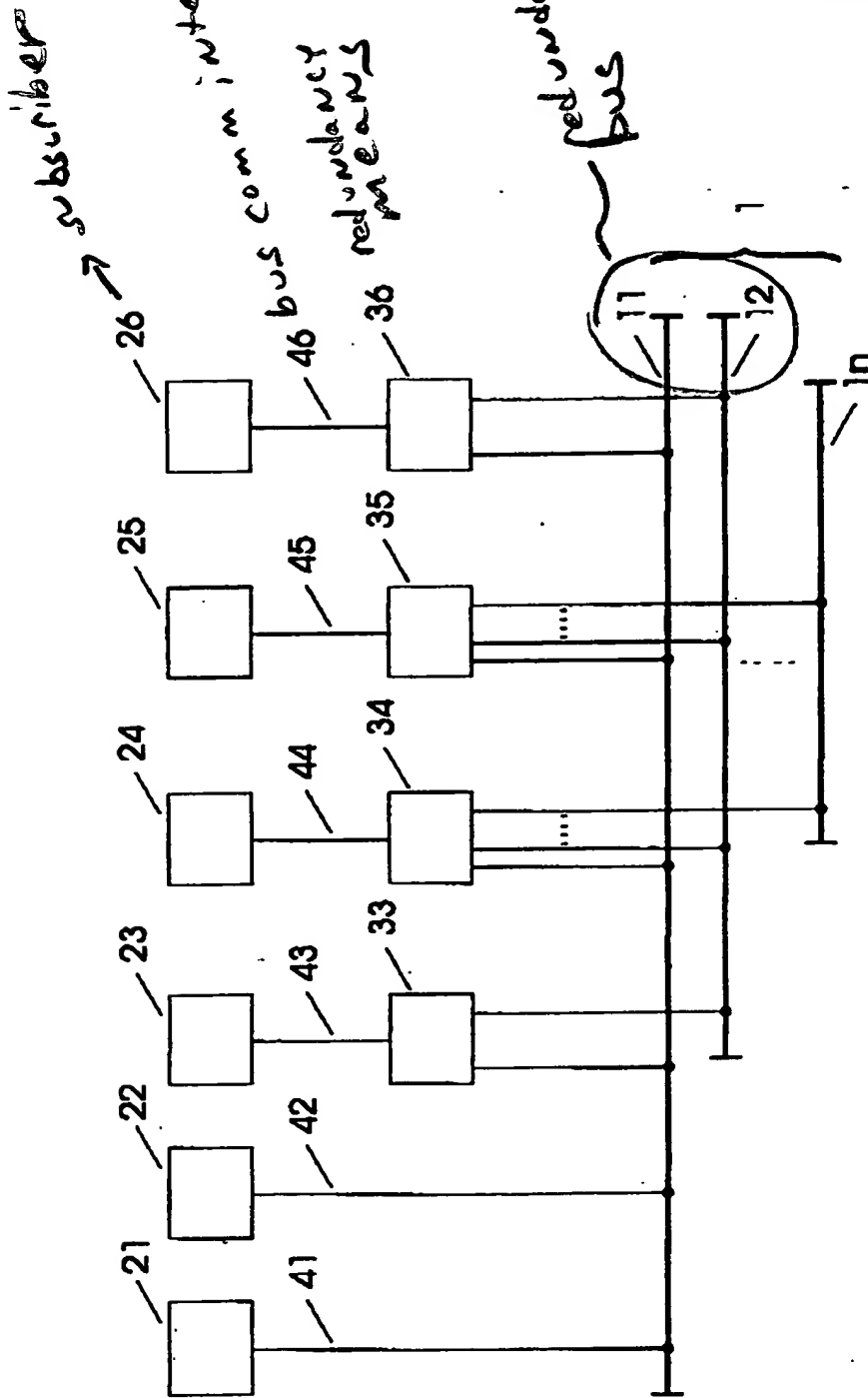


Fig. 1

19513318DE
Translated from the German

PTO 2004-3076

FEDERAL REPUBLIC
OF GERMANY
GERMAN PATENT OFFICE

Patent Specification
DE 195 13 318 C1

IPC: H 04 L 1/22
H 04 L 12/24

Date of application: April 3, 1995
Date of making available to the public by printing or similar
process of the patent specification, on which grant has taken
place on or before the said date: May 23, 1996

Grantee: Mannesmann AG, D-40213 Düsseldorf
Agents: P. Meissner & Associates, D-14199 Berlin
Inventors: Wolfgang Jantzen et al.

The following publications were taken into consideration for the
determination of patentability:

DE 42 38 957 A1
DE 39 33 320 A1
DE 37 30 265 A1
US Pat. No. 4,630,265

Title in German of the object of the invention:
Verfahren zum Betrieb eines asynchronen und redundanten Serienbusses

METHOD FOR THE OPERATION OF AN ASYNCHRONOUS
AND REDUNDANT SERIAL BUS

(57) □ German PTO/□JK

The invention pertains to a method for the operation of an
asynchronous and redundant serial bus, consisting of $n > 1$
parallel, independent lines, whereby there are provided at least

two multiplexers, which can be synchronized with one another, which are suitable for the bidirectional transfer of data [pieces of data information] between a serial bus interface and one of the parallel lines.

The invention is characterized in that

- a preferred line of the redundant serial bus is designated or allocated as primary bus, and the n-1 remaining lines are allocated as replacement [alternate] buses.

- in the case of undisturbed data communication traffic, data [pieces of data information] are exchanged between the operating systems' stations - which are connected by means of the multiplexers - by means of the primary bus, and control data [pieces of control information] is exchanged between the multiplexers by means of at least a presettable bus,

- when the quality of the data transfer on the active bus deteriorates below a presettable limit, an error message is relocated onto a superordinated or higher-order entity, and the deactivated bus is analyzed, and

- when the quality of data transfer on the primary bus improves above a presettable limit, the primary bus is reallocated as active bus. [German PTO/][JK

*
* *
* *

Description

The invention pertains to a method for the operation of an asynchronous, redundant serial bus in accordance with the preamble of patent claim 1.

From the publication "Automatisierungstechnik", R. Oldenburg Publishers, Vienna, 1992, vol. 1, p 406, it is known that in a redundant bus system - when a switchover or changeover criterion occurs - the data communication traffic is switched over or changed over from the active bus into a passive bus whereby the respective active bus represents a presettable selection of analogous buses, having equality of access, of the redundant bus system. Breakdowns or malfunctions of the active bus and cyclical interrogation or extraction of the difference of the transfer requests on the active and the passive bus are provided as switchover or changeover criterion.

Moreover, from the DE 39 33 320, there is known a device for the acquisition and processing of electric signals, which consists of two analogous contraptions, which are redundantly connected to the peripheral components by means of data lines (data circuits), and are mutually excluded from the transmit-side data communication traffic. Taking as a point of departure a random or stochastic initialization assignment, the faulty result of an automatic test routine is provided as changeover criterion.

Inherent to both systems is the fact that the bus system is always designed as completely redundant, and all bus-users should mandatorily have at their disposal or be equipped with redundant

connections because the switchover or changeover criteria do not allow a temporal determination of the reactivation of the originally active bus after fault recovery or debugging.

Moreover, the error correction on the active bus always originates with the existing static errors. However, especially in the case of asynchronous buses, transient errors occur contingent, e.g., upon the bus loading, which errors lead to the circumstance that a physically intact bus appears as faulty or defective.

In addition to this, the request profile exists for the redundant embodiment of the data path, customarily only for selected stations of a bus system, for which a high availability potential of the data path is required.

In DE 37 13 825 A1, a highly available bus system is cited, in which with the help of at least two bus lines the relevant identical message is serially transferred. As ensues from column 1, line 39 thru 60, column 2, lines 2 thru 8 and column 12 thru 33, and from claim 1 of that "Offenlegungsschrift", both data transfer paths are continuously monitored, i.e. it is continuously checked or verified which of the transfer paths is error-free (correct). By means of a detection logic, the bus lines are checked whether a certain error-detection character is transferred. Out of it, a suitable changeover criterion is generated.

In US Pat. No. 4,630,265, a redundant bus system is claimed,

which can consist of a multiple number of buses. In accordance with column 2, lines 14 thru 32, and claim 1, reference is made to a time window as changeover criterion for the selection of the best bus, in which time window the transferred data satisfy or comply with a preset algorithm.

Finally, from DE 42 38 957 A1, Fig. 1 with the description, a data transfer system is known, in which - on the one hand - processing units 40 are connected to serial, parallelly running buses 50, 60, or 70, and - on the other hand - processing units are connected to a system bus 20 and to lateral buses 30, whereby the system bus 20 has a nonpersistent access behavior, while the lateral buses should have a communications protocol, having priority-persistent access behavior, compare column 3, line 8 thru column 5, line 17, and claims 1 and 2.

The objective to operate in such a way an asynchronous, and redundant bus system that a maximum possible availability of the data path is materialized for redundantly connected as well as for non-redundantly connected stations forms the basis of the invention.

In accordance with the invention, the objective thus set is achieved with the means of patent claim 1., Embodiments of the invention are described in patent claims 2 thru 4.

By means of an exemplified embodiment, the invention is described in greater detail as follows. The drawing belonging to the exemplified embodiment shows in:

Fig. 1 - a diagrammatic representation of the selective interface connection of stations to a redundant bus system.

The method in accordance with the invention pertains to structures, as they are described in an exemplified way in Fig. 1, and is elucidated as follows by means of the diagrammatic representation. Preset or specified are stations 21 thru 26, which are interconnected or cross-linked by means of a bus system 1. The requests or demand for availability of a transfer or transmission path - which can be materialized by means of bus system 1 - between the individual stations 21 thru 26 is high to a different extent for different stations 21 thru 26. According to the availability requests [demand] for transfer path, the bus system 1 consists of a multiple number $n > 1$ of parallel, independent lines 11 thru 1n, whereby each line 11 thru 1n is a serial bus.

In order for the stations 23 thru 26 to be connected to a multiple number of lines 11 thru 1n, there are provided multiplexers 33 thru 36, which are suitable for the bidirectional transfer of data [pieces of data information] between a serial bus interface 43 thru 46 and one of the parallel lines 11 thru 1n. The multiplexers 33 thru 36 can be synchronized with one another, i.e. all multiplexers 32 through 36 connect the relevant serial bus interface 43 thru 46 to the same available line 11 through 1n of the bus system 1.

The stations 24 and 25, having highest requests [demand] for

the availability of the transmission path can be connected to all lines 11 through 1n of the bus system by means of the multiplexers 34 and 35. With decreasing availability requests of the stations for the transfer path, the access opportunity to the lines 11 thru 1n of the bus system is quantitatively reduced. Thus, the stations 23 and 26 can be connected only to the lines 11 and 12. In such a way, a hierarchically structured bus system can be represented by means of the availability request, in the case of which hierarchically structured bus system the number of the connected stations 23 thru 26 is inversely proportional to the availability of the connected data paths.

In accordance with the invention, a line 11 is designated as primary bus for the operation of a bus system 1 of this kind..
The primary bus is the preferred line of the bus system 1, to which all stations 21 thru 26 are connected either directly or by means of multiplexers 33 thru 36. All other $n - 1$ lines 12 thru 1n are designated or allocated as replacement [alternate] lines.

In the case of a undisturbed data communication traffic, data [pieces of data information] are exchanged between the stations 21 thru 26 by means of the primary bus 11 as active bus. Moreover, control data are exchanged between the multiplexers 33 thru 36 by means of at least a presettable bus. In doing so - in a separate embodiment of the invention - all replacement buses 12 thru 1n as well as the primary bus 11 are cyclically preset for the transfer of control data. In doing so, the transfer quality

on the preset bus is continuously monitored.

If the quality of data transfer on the active bus deteriorates under a presettable limit, a preset replacement or alternate bus is allocated as active bus, an error message [fault indication] is relocated onto a superordinated (higher-order) entity, and the deactivated bus is analyzed. In hierarchically structured bus systems, in which the parallel lines 11 thru 1n differ by the number of the connected stations 21 thru 26, the next higher hierarchy level is preferably preset as replacement [alternate] bus.

If the active bus is the primary bus 11, changeover or switching is carried out to line 12 as replacement [alternate] bus, when the data-transfer quality on the active bus deteriorates. Now, if the data-transfer quality on the line 12 as active bus also deteriorates below the preset limit, the next line up to the line 1n is designated or allocated as the active bus.

If the data-transfer quality on the primary bus 11 exceeds a presettable limit, the primary bus 11 is reallocated as the active bus. If the data-transfer quality of a deactivated replacement bus on a lower hierarchy level exceeds the presettable limit with respect to the active bus, the deactivated replacement [alternate] bus is reactivated, and reallocated or reassigned as the active bus.

In order for the data-transfer quality to be determined,]

monitoring - by means of transferring data - is carried out on at least the active bus and the primary bus for the completeness and accuracy of the data, which are transferred data. Moreover, a selection out of the number of the transferred information units per unit time, the number of the collisions per unit time and the number of the repetitions when an information unit is transferred, is monitored.

By means of permanent monitoring of the quality of the data transfer and its quantitative evaluation, transients of static malfunctions* [*Translator's note: Or all failures, interferences, disturbances or those accidental conditions, which cause a functional unit to fail to perform its required function] of the data communication traffic can be discerned. When a transient malfunction ceases to exist, this [new condition] can therewith be taken into consideration as changeover criterion for the determination of the active bus. By predetermining of a preferred line as primary bus, which is always allocated as active bus, when the transfer quality above the preset limit allows this, it is possible to operate non-redundantly connectable stations 21 and 22 and redundantly connected stations 23 thru 26 on the same redundant bus system 1, and to place at the disposal of each connected station 21 thru 26, corresponding to its hierarchical line [connection] characteristic, a transfer path, which is available to the maximal possible extent.

In an especially advantageous way, the redundancy of the

bus system 1 can be scaled, and matched to the availability of the connected stations 21 thru 26. In addition to this, the method in accordance with the invention provides an opportunity for subsequent redundancy complements in existing bus systems, without a necessity to intervene into the sequence of the bus allocations.

Patent Claims

1. Method for the operation of an asynchronous and redundant serial bus, consisting of $n > 1$ parallel, independent lines, there are provided whereby at least two multiplexers, synchronized with one another, which are suitable for the bidirectional transfer of data between a serial bus interface and one of the parallel lines, **characterized in that**

a preferred line of the redundant serial bus and the $n - 1$ remaining lines are allocated as replacement [alternate] buses,

- in the case of undisturbed data communication traffic, data [pieces of data information] are exchanged between the stations - which are connected by way of the multiplexers - by means of the primary bus in its capacity as active bus, and

control data are exchanged between the multiplexers by means of at least one presettable bus,

- when the quality of the data transfer on the active bus deteriorates below a presettable limit, a presettable alternate bus is allocated as active bus, an error message is relocated onto a superordinated entity, and the deactivated bus is analyzed, and

- and when the quality of the data transfer on the primary bus exceeds a presettable limit, the primary bus is reallocated as the active bus.

2. Method as claimed in claim 1, characterized in that at least the active bus and the primary bus are continuously monitored by transferring of control data.

3. Method, as claimed in claim 1, characterized in that in order for the quality of data transfer to be determined or ascertained, the completeness and the accuracy of the transferred control data is constantly monitored at least on the active bus and the primary bus, and a selection out of the number of the transferred units of information per unit time, the number of the collisions per unit time and the number of the repetitions when an information unit is transferred, is monitored.

4. Method as claimed in claim 3, characterized in that as a result of quantitative evaluation of the monitored and registered parameters, defining the quality of the data transfer, transients of static malfunctions of the data communication traffic can be

discerned.

USDoC/USPTO/STIC/Translations Branch
Translated by John M Koytcheff, MSc (Civ. Engrg. & Water Engrg.),
WHO Postgraduate Fellow (Env. Engrg.),
Grad. USNWC/USNC&SC
The USPTO Translator (GERMAN & the principal Germanic languages)
April 27, 2004

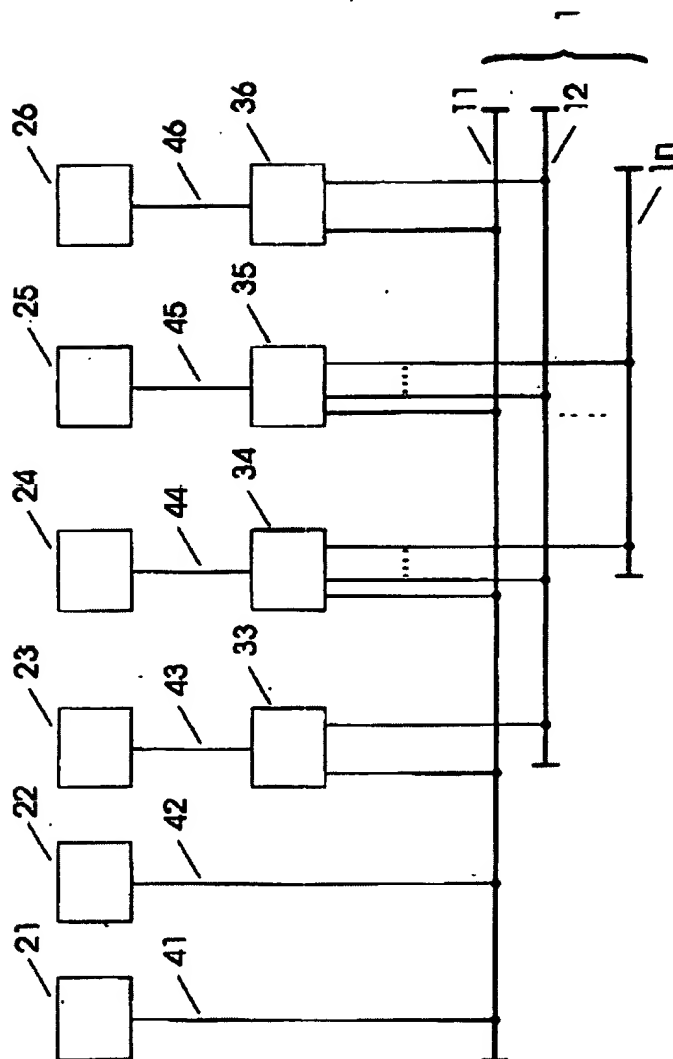


Fig. 1

09/446320

420 Rec'd PCT/PTO 20 DEC 1999

National Phase PCT Application

Attorney Docket No.: Li-71 472	International Application No.: PCT/DE98/01656
International Application Date: June 11, 1998	Priority Date Claimed: June 20, 1997
Title of Invention: Redundant Serial Bus and Method For The Operation Thereof	
Applicant(s) for DO/EO/US: Jantzen, Wolfgang	

~ Certificate of Mailing ~

I hereby certify that this patent application was deposited with the United States Postal Service EXPRESS MAIL NO. TB842473137 in an envelope addressed to BOX PCT, Assistant Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231 on the 17th day of December, 1999.

Valerie Renee Irby
Printed Name of Person Mailing Document

Valerie Renee Irby
Signature of Person Mailing Document

List of reference symbols

- 1 Redundant serial bus
- 11, 12 Bus lines

- 2 Bus subscribers
- 21 ... 25 Subscriber groups
- 200 Bus communications interface
- 201 Diagnosis interface

- 3 Redundancy means which can be connected upstream
- 31 Receiver
- 311 Input stage
- 312 Evaluation stage
- 313 Output stage
- 314 Amplifier
- 32 Transmitter
- 321 Driver

- 4 Redundancy-free serial bus
- 5 Control lines

the number of available subscriber addresses for stations that can be connected is, furthermore, reduced.

5

10 An Ethernet bus system which can be segmented and has $n > 1$ bus lines is known from DE 195 13 316 for redundant networking of single-port stations with one control output and one communications port, in which bidirectional multiplexers are provided, having one multiplexed port and n line ports, and a control input. At least one monitoring device having n line ports is connected to the n bus lines of an Ethernet segment. Each single-port station is assigned a multiplexer, in which case the communications port of the single-port station is connected to the multiplexed port of the multiplexer, and the control output of the single-port station is connected to the control input of the multiplexer. The n line ports of each multiplexer are connected to the n bus lines of an Ethernet segment.

20 Disadvantageously, each single-port station has to be equipped with a control output for controlling the multiplexer. Particularly when retrofitting redundant bus lines in existing systems, no such control output is available.

25 Furthermore, an Ethernet bus system, which can be segmented, is known from DE 195 13 315 for redundant networking of single-port stations, in which two lines are arranged in parallel, at least in segment elements, and addressable bidirectional multiplexers are provided as active network subscribers for connection of the single-port stations to the two lines, which multiplexers can be controlled by means of at least one monitoring unit, which can be addressed as an active network subscriber.

A disadvantage in this case is the large number of network addresses required, which limits the number of possible single-port stations in the same network.

5 The invention is based on the object of specifying means which allow bus subscribers of a serial bus system which is known per se and has no system-integrated redundancy means to be connected to one another by means of bus lines of redundant design. In this case, the existing bus system is intended to remain as uninfluenced as possible, and to be capable of compatible use. Mixed operation with non-redundant subscribers is intended to be possible, and the redundancy means are intended to identify and process even relatively complex faults, such as incorrect bus terminations and the like, correctly.

10 According to the invention, this object is achieved by the means of Patent Claim 1. Advantageous refinements of the invention are described in the dependent Claims 2 to 9.

15 The invention now comprises, for each of the receiving lines, additionally handling a portion of the protocol in the upstream device in order to satisfy the necessary decision criteria. After the evaluation, a line which has been identified as being fault-free is then selected. The selected line is then converted back to the original signal, in such a way that it can be read to the normal communications controller or the appliance.

20 The invention is in this case based on the knowledge that faults in the transmission path can normally be identified in the preamble or, in the case of UART protocols, during the transmission of the first byte.

25 According to the invention, an upstream device is provided to which, on the one hand, bus lines of redundant design and, on the other hand, subscribers or appliances without system-integrated redundancy means are connected, in which case one of the bus lines is in each case connected to the connected subscriber or appliance, completely dispensing with system-integrated redundancy means.

30 In such redundant bus systems, transmissions are always made on all the lines, while any fault-free line is selected for reception. This means that different receivers connected to the same bus lines can identify different bus lines as being fault-free.

- 5 The available bus controllers can still be used, in an advantageous manner. Furthermore, existing appliances with bus controllers but without system-integrated redundancy means can easily be networked redundantly, without changing the system architecture.

Patent Claims

5

Redundant serial bus system having $n > 1$ parallel bus lines for redundant networking of bus subscribers each having a single bus communications interface, which is suitable for connection of a single bus line of the serial bus system,

characterized

10

- in that a redundancy means (3), which can be connected upstream, having n bus communications interfaces for connection to n parallel bus lines (11, 12) and one bus communications interface for connection to the single bus communications interface (200) on at least one bus subscriber (2) are provided,

15

- in that the redundancy means (3) which can be connected upstream has, at the receiving end, an input stage (311) at least for each bus line (11, 12), and has a common evaluation stage (312) and an output stage (313) for all the bus lines (11, 12),

20

- in that the evaluation stage (312) has means for evaluating the validity of a data stream and for selection of one of the bus lines (11, 12) as the receiving line so that the output signal from the output stage (313) matches one of the signals on the bus lines (11, 12), and
- in that the redundancy means (3) which can be connected upstream has, at the transmitting end, a driver (321) for each bus line (11, 12).

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☒ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.